DOI：10.13998/j.cnki.issn1002-1248.23-0409

技术机会识别研究综述与展望

刘 婷[1,2]，赵亚娟[1,2*]
（1. 中国科学院文献情报中心，北京 100190；2. 中国科学院大学 经济与管理学院信息资源管理系，北京 100190）

摘 要：[目的／意义]技术机会识别对技术创新发展、企业战略布局等具有重大意义，系统梳理现有研究成果，辨析当前局限和未来发展方向，为进一步开展技术机会识别研究与实践提供理论支撑。[方法／过程]首先明晰了技术机会的内涵与类型，然后梳理不同类型技术机会识别的国内外研究现状，总结不同类型技术机会识别的特点，最后剖析现有研究存在问题并提出对未来的展望。[结果／结论]现有研究的局限性：技术机会识别的研究视角和数据源相对单一；对于技术的表征过于宏观或微观，较少考虑词语之间的语义关系；后期评价不足，缺乏综合、系统的评价体系。未来研究展望：跨领域、跨主题的技术机会识别研究，以实现更多技术要素之间的交叉汇聚将会成为发展趋势；开展技术机会识别的数据源、研究方法和内容将会更多元且具有针对性；分析框架和流程将更加规范化，后期评价体系将更加完善。

关键词：技术机会识别；技术机会类型；研究方法；技术创新；述评

中图分类号：G353.1；F124.3　　文献标识码：A　　文章编号：1002-1248（2023）07-0004-14

引用本文：刘婷，赵亚娟. 技术机会识别研究综述与展望[J]. 农业图书情报学报，2023，35（7）：4-17.

1 引 言

面对日趋激烈的市场竞争，如何快速、准确地把握技术发展方向、识别技术机会，对创新主体提升核心竞争力，在科技创新与应用中获得竞争优势尤为重要。在此背景下，从客观数据中快速提取和挖掘分析出有价值的信息，识别技术机会，已成为在当前情报研究人员的工作重点，也是创新主体制定发展战略、规划研究布局的智库保障。

“技术机会”指技术进步的可能性或潜力方向[1,2]。技术机会识别（Technology Opportunity Identification）也称技术机会分析（Technology Opportunities Analysis，TOA）或技术机会发现（Technology Opportunity Discovery，TOD），尽管称谓略有不同，但其内涵基本一致[3]，指通过一系列技术手段和方法从科技情报中发掘技术机会的过程，是技术预测领域的一个新兴研究分支[4,5]。本文统一使用“技术机会识别”这一称谓。当前对技术机会识别研究的综述性研究多偏重于识别方法的总结[3,6]、国内外研究内容对比等[4,7]。本文认为，在综述当前技术机会识别的进展时，从技术机会的本质出发，辨析技术机会的类型和对应的识别方法，可以更好理解各类技术机会的特点，从而发现基于不同类型技术机会的识别方法，把握识别方法的发展趋势。

收稿日期：2023-05-09
基金项目：国家科技图书文献中心（NSTL）资助项目“支撑重点产业发展的关键核心技术链识别与储备研究”（E11Z1801）
作者简介：刘婷（1995-），女，博士研究生，研究方向为专利信息分析方法与技术、知识产权情报研究
*通信作者：赵亚娟（1975-），女，博士，研究员，博士生导师，研究方向为知识产权情报研究。Email：zhaoyj@mail.las.ac.cn

因此，本文在辨析技术机会概念与类型的基础上，梳理不同类型技术机会识别的国内外研究现状，尤其关注不同类型技术机会识别方法在共性要素上的比较，对比分析各方法的原理与优劣势，并剖析现有研究存在的问题以及探讨未来可能的发展方向，以期理清技术机会识别发展现状，为其下一步可能的发展路径提供参考。

2　技术机会的内涵与类型

技术机会识别即是通过特定的方法技术发现“技术机会”的过程。因此正确认识技术机会识别的内涵，须理清技术机会的相关概念。技术机会反映的是技术进步的潜力或可能性，迄今，已有众多学者从不同视角对技术机会的内涵进行了剖析。

从理论来源来看，普遍认为技术机会理论来源于1974 年 SCHWARTZ 教授提出的技术创新机会，其认为技术创新机会能够为某行业的创新带来新的机遇或使产业研发方向产生转折[8]。从技术机会概念的演化来看，李辉等[9]认为技术机会指某领域即将可能出现的技术形态或技术发展点，并将技术机会分为两种形式：全新技术和现有技术的发展、改进与创新。翟东升等[10]认为技术机会存在于现有技术在特征和性能方面的改进以及某特定技术与现有其它技术的融合中。随着技术机会研究的深入，YOON 等[11]、ZHOU[12]等分别将尚未开发或处于新兴时期的技术视为技术机会。从技术机会的类型来看，NOH[13]提出了 4 种类型的技术机会，分别为空白技术、新兴技术、融合技术及基于客户需求的技术。伊惠芳等[14]认为技术机会可分为新兴式技术、渐进式技术和颠覆式技术 3 种类型。宋红燕[15]将技术机会分为技术空白、技术融合和新兴技术 3 类，并剖析了各类型技术机会的定义与特点。此外，LEE 等[16]和张振刚等[17]从技术机会本质的角度进行剖析，认为技术机会的本质是技术知识或要素的组合。

综上所述，从不同视角剖析技术机会，可能会有不同的认识，但其本质不变，即代表技术进步的潜力方向。虽然不同学者对于技术机会的类型有不同的分类认识，但综合来看，主要把技术机会分为空白技术、新兴技术、融合技术 3 种类型[18-20]。因此，本研究认为技术机会反映的是能够实现技术创新的可能性，这种技术创新可以是全新的技术或已有技术的发展、改进与创新，并且可以分为新兴技术、空白技术、融合技术 3 种类型。具体阐释如表 1 所示。

3　技术机会识别国内外研究进展

本研究主要采用文献调研法总结相关研究现状，由于本研究的技术机会分为新兴技术、空白技术、融合技术 3 种类型，为兼顾查全率和查准率，因此检索词采用“技术机会 OR 新兴技术 OR 空白技术 OR 技术空白 OR 专利空白 OR 融合技术 OR 技术融合”+“识别 OR 发现 OR 分析”的中英文为篇名分别在 CNKI、

表 1　技术机会类型辨析

Table 1　Analysis of technology opportunity types

技术机会类型	内涵	特点
空白技术	空白技术指在某一领域中尚未出现、但具有较大发展潜力的技术[13]。这些技术空白点很可能是未来技术创新的关键，可视为一类技术机会	具有领域特征，未来发展潜力较大；数据源多为论文和专利；涉及单一研究领域
新兴技术	新兴技术指某个领域中正在兴起，还没有被广泛运用，但可能会对产业发展产生巨大影响的根本性创新技术[21,22]。这些新兴技术中可能蕴藏着技术机会，会对未来的经济结构或行业发展产生潜在的影响	具有根本创新性、影响性、相对增长性和不确定性[23,24]，未来潜力非常高；数据源多为论文和专利；涉及单一研究领域
融合技术	融合技术指通过两种或多种技术之间的有机结合以实现性能提升或功能丰富的新技术[10]，是技术进化和创新的主要方式和根本体现。从多领域探索面向未来的融合技术机会成为新的研究重点与难点	具有技术突破性、技术交叉性；数据源多为专利；涉及两个或多个技术领域

DOI：10.13998/j.cnki.issn1002-1248.23-0409

Web of Science 核心合集中进行组配检索，时间限定至 2022 年 12 月 31 日，检索结果经汇总、人工去噪遴选等操作后获得相关中文文献 189 篇，英文文献 428 篇，以此为样本进行内容分析，归纳总结当前国内外技术机会识别研究进展。

目前，技术机会识别相关研究主要包括以下 4 个方面：①基本理论研究，主要包括相关概念辨析和技术机会识别方法体系设计等。②方法研究，不断拓展、优化技术机会的识别方法。③工具研究，对进行技术机会识别的工具进行研究。④实证和应用研究，利用已开发好的方法和工具，对特定技术领域的技术机会进行实证分析。其中方法研究一直是学者们探索的重点，也取得了不少的研究成果。通过梳理总结发现，目前技术机会识别方法大致可分为定性分析和定量分析。其中，定性研究方法以专家知识为基础，主要包括德尔菲法[25]、层次分析法[26]、情景分析[27]等。定性分析能够发挥群体的智慧，应用面较广，但存在主观性较强、效率较低及成本较高等诸多局限。随着数据挖掘、自然语言处理技术等的快速发展，利用定量分析挖掘技术机会的研究取得了快速的进展。通过对相关文献系统性梳理，技术机会识别的定量研究方法主要包括形态分析法、专利地图法、异常值（离群点）检测、链路预测、语义 TRIZ（SAO 语义分析）等。

由于不同类型的技术机会识别有其特定的含义，对应不同的研究思路、识别方法、工具或应用场景等。因此，本文从技术机会类型出发，进行技术机会识别相关国内外研究进展梳理。

3.1 空白技术机会识别研究

空白技术机会识别的核心思想为通过特定的方法或手段发现某一领域中的空白技术，并进一步结合空白技术的未来发展潜力进行技术机会的识别。目前，空白技术机会识别的常用研究方法有专利地图、形态分析法等。其中，基于专利地图常开展空白技术机会识别的核心思想是通过将每项专利用多维关键词向量表示，并借助降维技术实现可视化，将图中的空白区（点）视为技术机会[3]。此方法中，技术机会被表示为稀疏的专利地图空白区（点）或空白区（点）对应的关键词向量两种形式。一般通过自组织映射法[28]（Self-Organizing Map，SOM）、主成分分析法[29,30]（Principle Component Analysis，PCA）以及生成式拓扑映射法[31,32]（the Generative Topographic Mapping，GTM）技术降维成专利地图来发现技术机会。以上 3 种专利地图算法都能客观展示专利数据，但在发现空白技术机会上，前两种方法严重依赖专家的知识和经验，识别结果具有较强主观性，GTM 算法能够自动识别空白区域，对专家依赖较少，但其对参数的设定较为敏感[33]。另外，技术功效矩阵[34]也是专利地图的一种。通过专利技术功效矩阵分析，可以寻找技术空白点、技术研发热点或突破点等。专利地图能够简洁直观地展示大量专利之间的复杂关系，但空白点能否成为未来的技术机会具有较高不确定性，还需后续进一步评估。而且降维过程中信息丢失的可能性很大，因此更加完善的降维方法或更多新生技术挖掘手段亟需丰富。

通过形态分析法进行空白技术机会识别的方法原理是以参数分解和问题分解为基础，将系统拆分为若干功能部分，分别找出能实现每一个功能的所有技术手段，再将其组合形成候选方案，寻找空白组合，并认为其中存在技术机会[35]。如，YOON 等[36,37]在传统形态分析法基础上，提出了基于关键词的形态分析法，对染料敏化太阳能电池（DSSCs）技术的专利和论文数据进行了技术机会的识别，但是通过该方法识别出的技术组合较多，且未进行方案的筛选与评估。之后，YOON 等[38]又在其基础上进行改进，引入了联合分析方法对技术形态组合进行优选，并利用专利数据，在薄膜晶体管液晶显示器（TFT-LCD）领域进行了应用。冷伏海等[39]提出了基于文本挖掘的形态分析方法，减轻了对领域专家的依赖，但未进行实证研究。王金凤等[40]在专利文本挖掘和形态分析的基础上，从科研投入、技术先进性、使用频率和技术效益等指标对形态矩阵进行评价，识别出 3D 打印机的最佳技术机会。相比传统形态分析，基于关键词的形态分析方法提高了识别效率，但单纯以词频为依据选择特征词，无法全面体现词与词之间的语义关系。因此，随后部分学者

尝试将 SAO 结构[41-43]等定量方法引入到构建形态结构矩阵中。形态分析法可以识别出未被开发的技术形态，但该方法也存在一定的局限：首先领域专家知识依赖较强；其次，从大量形态组合中识别可能的技术机会较为困难。

3.2　新兴技术机会识别研究

新兴技术机会识别的核心思想是发现某个领域中新出现的或正在兴起的，还没有被广泛运用，但可能会对产业发展产生巨大影响的新兴技术，将其视为技术机会，并结合评估进一步筛选具有发展潜力的技术机会，其主要强调“新”（新技术，且有创新）和“兴”（正在兴起，产生影响）二字。

目前新兴技术机会识别研究方法主要分为 3 类。一是文献计量法识别新兴技术机会，主要通过统计文献、专利数量或引用、引文分析等方法形成面向特定问题的计量指标，从而更准确、全面地识别技术机会[44]。计量指标从早期的单一维度指标，如文档出现或被引用的次数[45]，到多维复杂指标逐步完善。如 SHANE[46]通过技术重要性、技术根本性与专利适用范围来评估专利技术的商业化机会。SONG 等[47]使用专利数据进行技术指标分析（包括专利影响性、适用性和持续性等技术测度指标），并结合客户评论数据进行市场属性指标分析，综合评估了汽车行业未来可能的新兴技术机会。总的来说，该方法本质上是通过表征新兴技术的特征构建指标体系，从而识别具有发展潜力的技术机会。其特征主要包括根本创新性、影响性、相对增长性和不确定性[23,24]。具体特征及常见判别指标梳理如表 2 所示。该方法可以有效识别出具有新兴技术特征的技术机会，但只是文本外部属性的简单统计，缺乏文本内容层面的深入，且存在指标权重计算过程较粗泛等问题。

二是基于异常值（离群点）检测法开展新兴技术机会识别，其核心思路是识别已经出现但与主流技术不同的技术，并认为其可能代表新的技术机会[50]。数据源主要为专利数据，通常包括两步流程：一是探测离群数据，二是判断和评价刷选出来的离群数据是否为技术机会。在离群数据探测阶段，常用的异常值检测算法可分为“基于距离（如 K-means）”“基于密度(如局部异常因子 LOF 算法、DBSCAN)”和“基于聚类”3 种[3,51]。国外 YOON 等[51]、LEE 等[52]、SONG 等[47]，国内李登杰[53]、翟东升等[54]使用以上多种异常检测算法检测离群专利并采用定性（TRIZ 理论）或定量的方法识别技术机会，利用专利数据，并分别在光伏电池（YOON 等）、LED 热管理技术（LEE 等）、汽车门系统（SONG 等）、激光光刻（李登杰和翟东升等）技术领域进行了实证研究。在技术机会判断和评价阶段，常用专家经验或 TRIZ 技术系统进化法则[53,54]进行定性判断，也有一些学者尝试建立评估指标对遴选出的离群专利进行识别[51,55]。这类方法的优势主要为发现的技术机会粒度较为具体，丰富了技术机会的形式。不足为异常值包含的机会具有多大突破性，其转变力度和市场价值尚未可知；目前技术机会评价也多为定性判断，主观性较强，并且仅用“离群”指标界定机

表 2　新兴技术的主要特征及常见判别指标

Table 2 Main characteristics and common discrimination indicators of emerging technologies

特征	特征阐释	常见指标
根本创新性	该技术新近涌现或正在发展，会对行业形成创造性毁灭，其根本创新性具体表现在时间和内容上[20]	授权时间、先验知识（后向引用次数）等
影响性	指对未来的经济结构或行业发展产生潜在的影响	专利家族平均成员数、权利要求项数量、前向引用次数、专利所属类别数等
相对增长性	多数研究认为快速增长是新兴的必要条件，其发展速度往往更快	文档数量年增长率、优先专利申请、技术生命周期等
不确定性	新兴技术的可能产出和使用是不确定的[22]，具体主要表现在技术研发能否成功、能否成功投入市场等方面	不确定性表现较为复杂，且衡量指标还未得到充分探索，缺乏可操作的解释和直接量化方法[48,49]

DOI：10.13998/j.cnki.issn1002-1248.23-0409

会也有失全面。

三是利用语义 TRIZ（SAO 语义分析）进行新兴技术机会识别，其研究思路通常是结合 TRIZ 理论，利用自然语言处理技术和语义关系挖掘 SAO 结构，并结合其他手段找寻技术创新方向。由于关键词无法提供语义关联信息，因此，近些年来一些研究开始利用 SAO 语义结构进行技术机会[56-58]的识别研究。SAO 语义结构通常以主 - 谓 - 宾（Subject-Action-Object，SAO）三元组作为基础语义单元来表示具体技术信息。SAO 结构明确描述了包含不同语义信息的不同短语之间的关系，通常被表示成问题 & 解决方案（P&S）的模式，在 P&S 模型中，动作和对象（AO）表示问题，而主体（S）表示解决方案[19,59]。此方法的优点是能有效揭示技术要素之间的语义关系，但其依赖于自然语言处理技术的发展，且 SAO 有效性和规模存在局限，还存在维度单一，语义粒度较粗等问题。

3.3 融合技术机会识别研究

融合技术机会识别的思路是从技术融合过程中挖掘具有发展潜力的技术融合关系，并将其作为技术机会。目前，技术融合的形式主要包括同领域技术融合和跨领域技术融合两种。早期，融合技术机会识别主要以同领域技术融合为主，指识别同一技术领域中不同技术分支间的会聚、交叉而产生的技术机会。后来，随着科学技术的不断发展，技术问题也变得更加复杂，仅凭借单一学科或领域的知识难以解决。为了应对复杂技术问题带来的挑战，国外研究人员在 2005 年提出采用跨领域研究方法来突破复杂问题构成的技术瓶颈[60]，国内黄鲁成等[61]也在 2010 年时提出技术机会可能来自与主要技术具有相关性的其它领域。近年来，从不同领域技术融合中发现技术机会的研究引起了学者的广泛关注，例如，唐晗等[62]基于 A 类专利引文分析识别了国家间不同领域的技术合作机会；GEUM 等[63]利用专利分析，发现了生物技术和信息技术之间的融合技术机会。融合技术机会识别的过程主要包括技术融合关系构建、融合程度测算及重要融合关系识别两步。其中，融合关系构建是开展技术融合机会识别研究的基础，其构建方式主要分为基于共现关系（主要包括 IPC 分类号、关键词）[63]、基于引文关系[64]和基于语义关系（多为 SAO 语义结构）[65]3 种，具体构建方式及优劣势对比详见表 3。

目前，融合技术机会识别方法主要包括两类：一是链路预测法，其方法原理是通过分析已知的网络结构及其他节点的潜在信息来预测融合网络中尚未链接的节点之间产生链接的可能性，从而揭示网络中隐藏的关系，并认为其中存在技术机会[66]。如 PARK 等[67]采用专利数据，通过构建专利引文网络与技术知识流动网络，利用链路预测法识别生物技术领域与信息技术领域潜在的技术融合机会。LEE 等[68]结合关联规则和链路预测法来预测三方专利的技术融合模式。翟东升等[10]使用专利数据，通过链路预测方法判断技术融合趋势，确定了云计算的未来技术机会。通常链路预测的知识网络模型分为基于文本内容（关键词）的共现网络[69,70]、基于专利分类号的共现网络[65]和引文网络[66]3 类。后来又引入基于 SAO 结构的网络。目前，常用的链接预测指标可划分为基于邻居节点、基于路径和基于随机游走 3 类[71]。该方法的优势在于应用定量的研究手段给出了更多潜在关联的可能性，减少专家介入，但也存在不足：一是多局限在单层网络构建，难以揭示知识组合的语义关联；二是依赖于预测算法，大量

表 3　融合关系主要构建方式对比

Table 3 Comparison of main construction methods for fusion relationships

构建方式		优势	不足
基于共现关系	IPC 共现	分析对象明确、简便易操作、数据质量高	受分类体现限制，技术表示粒度较粗
	关键词共现	客观揭示技术主题间的关联	缺乏文本内容的语义信息挖掘
基于引文关系		有助于动态分析技术融合过程	易受引证时滞的影响，且难以表征语义关系
基于语义关系		提高了文本内容的语义理解	处理难度较大，且对不同领域适应能力较差

链接预测算法应用于非加权网络，效果不一，且仅用链路预测指标界定和评价机会过于片面。另一类方法是基于指标法识别融合技术机会，其方法原理是通过定义一系列指标测度技术融合程度，识别其中重要融合关系，并将其作为技术机会。如韩燕等[72]运用连边关键程度中心度指标来识别以“知识关联”为表现形式的技术机会，并以医疗服务领域机器人的相关专利和论文数据进行了实证研究。慎金花等[73]基提出了一种基于专利数据挖掘技术的技术融合识别预测模型，主要通过“社群融合潜能”和“技术融合价值”指标识别融合价值较高的弱关系，基于弱关系网络预测未来的技术机会。通过梳理发现，目前测度指标主要分为网络测度指标（如网络规模、网络中心势、度中心性及结构洞等）[64,74,75]、技术融合强度指标（赫芬达尔指数、技术关联度系数、Jaccard 系数）[76,77]以及技术多样性指标（融合广度、香农 - 威纳指数、辛普森多样性指数、分散度系数）[63,78,79]等。

除此之外，一些机器学习方法[77,80]等也被用于融合技术机会发现中。基于技术融合识别技术机会突破了领域限制，可以识别出更细粒度的技术机会，且能在更多领域推广应用。但目前融合网络大多都是基于单一数据或单一关系（如引文关系、IPC 共现关系、关键词或者 SAO 语义结构）构建而成，后期可关注多源数据、多元关系网络的构建。

3.4　现有研究述评

通过上述研究梳理发现，目前，技术机会识别的类型多样、研究方法丰富，技术机会识别领域正形成一个相对规范、系统的研究范式，具体表现为不同类型技术机会识别的研究思路、研究方法、数据源以及技术机会的表示与评估等正在形成自身的特色与规范。通过剖析每一类技术机会识别类型，可发现一些共性要素，包括代表方法、方法原理、数据源、知识表示单元、技术机会定义、技术机会评价、优劣势等特性，具体详见表 4。

具体来说，技术机会识别研究的整体现状主要表现为：①数据来源方面，主要分析对象为专利、论文以及一些产品数据。其中专利数据占据主流地位，其次为论文，其他数据源的研究相对较少。②研究方法方面，由定性方法向定量方法或定性与定量相结合的方法发展。由文献计量到文本挖掘过渡，当前趋势是以短文本挖掘（LDA、SAO、机器学习等方法）为主，未来逐步向全文本挖掘（深度学习等智能化方法）方向发展。③知识单元表示方面，从仅利用易获取分析的非文本数据向利用文本数据或二者综合考虑的方向发展，使得能从语义信息解读技术机会。目前技术机会识别主要是以非文本数据（如引文数据、IPC 等）或文本数据（如关键词和 SAO 语义结构）为知识表示基础。④研究视角方面，从单一学科或领域向寻求跨领域技术解决复杂问题发展，从技术融合中寻找技术机会可突破复杂问题构成的技术瓶颈。⑤技术机会评价方面，多依赖专家经验等定性评价方法，定量评价研究较少，定量指标主要以度量技术外部价值为主，度量技术自身能力指标为辅。

通过上述对国内外相关文献的回顾和梳理，研究认为现有研究存在以下不足。

（1）研究视角问题。目前，单一学科或技术领域的技术创新愈发困难，创新主体寻求引入跨领域技术来解决本领域已有技术问题的需求愈发强烈，但尚缺乏跨领域视角下识别技术机会的实证研究，尚未形成一套完整的跨领域技术识别与借鉴方法体系。

（2）研究数据及方法问题。数据源方面，目前技术机会识别的数据源大多为单一的论文或专利数据，缺乏多源数据、多元关系融合的技术机会识别研究。识别方法方面，现有研究主要依赖文本主题词 / 关键词或专利分类号来表示技术，对于技术的表征过于宏观或微观，且较少考虑词语之间的语义关系。尽管部分研究尝试引入基于 SAO 结构的语义 TRIZ 来克服以上问题。但大多是基于 SAO 单一维度，结构简单，缺乏对 SAO 进行进一步组织与语义关联，技术语义表征较模糊。

（3）后期评价问题。目前对识别出的技术机会后期评价不足，尽管部分学者进行了探索，但主要依赖专家判断，虽然一些定量指标已经被应用，但过于关

DOI：10.13998/j.cnki.issn1002-1248.23-0409

表 4 现有技术机会识别类型与代表方法总结

Table 4 Summary of types and representative methods for technology opportunity identification

类型	代表方法	方法原理	数据源	知识表示单元	技术机会定义	技术机会评价	优势	不足	代表文献
空白技术机会识别	专利地图	借助降维技术构建专利地图，然后将图中的空白区域（点）视为技术机会	专利	IPC、关键词、SAO 语义结构	稀疏的空白区域、空白区对应的关键词向量	专家经验、TRIZ 技术系统进化法则、专利计量指标	简洁直观地展示大量专利之间的复杂关系	依赖专家判断；难以揭示词之间的语义关系；降维过程可能造成信息丢失	YOON 等[28] LEE 等[29] 龚惠群等[30] SON 等[31] 吴菲菲等[32] 朱琳等[34]
	形态分析	找出能够实现每一个功能的所有技术手段，再将其组合起来，新组合技术形态中存在技术机会	专利	技术方案组合、SAO 组合、关键词组合	新技术形态组合	专家经验、技术先进性、技术效益	能够形成大量的候选方案	领域专家知识依赖较强；技术形态组合爆炸	YOON 等[37,38] 冷伏海等[39] 王金凤等[40] 郭俊芳等[41] WANG 等[42] 李乾瑞等[43]
新兴技术机会识别	文献计量法	构建表征新兴技术特征的指标体系，并结合词频分析或引文分析等方法识别新兴技术机会	专利、专利	专利、技术主题	满足新兴技术特征的技术	较少涉及	可有效识别出具有新兴技术特征的技术机会	缺乏文本内容层面的深入，指标权重计算过程较粗泛	SHANE[46] SONG 等[47]
	异常值（离群点）检测法	识别出异专利，并认为其可能代表新的技术机会	专利	IPC、关键词、SAO 语义结构、专利	与主流离群的技术	专家经验、TRIZ 技术系统进化法则、专利指标	技术机会粒度较为具体	侧重单一维度，不能很好地揭示技术范围；识别出的技术机会需进一步评估	YOON 等[51] LEE 等[52] 李登杰[53] 翟东升等[54]
	语义TRIZ（SAO 语义分析）	利用 TRIZ 理论，通过自然语言处理技术和语义关系挖掘 SAO 结构，结合其他方法找寻技术创新方向	专利、论文、产品数据	SAO 语义结构	技术解决方案、突破障碍的技术	专家定性判断	能有效揭示技术要素之间的语义关系	SAO 有效性和规模存在局限；维度单一，语义粒度较粗	李欣等[56] 黄鲁成等[57] 李乾瑞等[58]
融合技术机会识别	链路预测	预测融合网络中尚未链接的节点之间是否存在链接的可能性，并认为其中存在机会		关键词、SAO 或 IPC 对组合	新引用、新关键词或新 SAO 结构组合	专家经验、融合潜力、链路预测指标	能够揭示网络未出现的链接；融合多领域智慧	融合网络单一，多局限在单层网络构建；依赖于预测算法	PARK 等[67] LEE 等[68] 翟东升等[10]
	指标法	通过定义一系列指标测度技术融合程度，识别重要融合关系，将其作为技术机会	专利	专利、关键词、IPC	满足技术融合特征的技术	较少涉及	多维测度，识别出的机会相对具体	指标体系对技术融合特征的反映不够全面	GEUM 等[63] 韩燕等[72] 慎金花等[73] 娄岩等[74] 翟东升等[75]

注技术外部特征，考虑因素单一，缺乏技术自身内部能力和经济、社会价值等因素的综合考量，且指标权重计算过程较粗泛，尚缺乏一个综合、系统的评价体系。

4　未来研究展望

本研究通过厘清技术机会的内涵与分类，系统梳理了技术机会识别研究现状与局限。本文认为下一步可从以下 3 个方面探讨未来技术机会识别领域的发展趋势。

（1）开展跨领域、跨主题的技术机会识别研究，实现更多技术要素之间的交叉汇聚将会成为发展趋势。重大的技术发展与突破往往是跨领域的研究结果，跨领域技术具有技术基础多样性、技术功能新颖性、技术构成复杂性以及技术实施高效性等特征。目前，基于跨领域技术融合视角进行技术机会发现的研究尚为缺乏，未来，具有应用价值的技术机会发现需要开展跨领域、跨主题的研究，从聚焦特定领域和技术方向拓展到分析相关交叉技术领域和技术方向，从中识别具有发展前景的技术机会。

（2）开展技术机会识别的数据源、研究方法和内容将会更多元且具有针对性。数据源方面，随着互联网海量信息的出现，未来，应充分考虑利用多源数据进行科学决策。如利用专利和论文等基础研究信息，并结合战略信息、规划信息、政策信息、市场信息、贸易信息、产品信息等进行综合分析，从而回归技术机会发现的本意，从市场经济角度更加准确、全面地识别技术机会。研究方法方面，目前技术机会的识别方法虽然已有一系列的成果，但系统性、层次性、可操作的方法并不多，如何应用云计算和文本挖掘等方法，改进现有技术功效矩阵，识别技术功能实现的新方式比较缺乏。未来，语义化、动态化、多要素、复合型研究方法将会是多种分析方法优劣势互补的选择。如在专利方面，可考虑语义 TRIZ 与技术功效方法结合研究；在论文方面，可考虑融合多粒度文本表征，增强语义表示。动态性方面，可加入时间因素，观察技术研发重点随时间的动态变化。

（3）开展技术机会识别的分析框架和流程将会更加规范化。技术机会识别全链路是技术机会的形成、识别和评估相结合的过程。未来，技术机会识别的后续评估将是一个重要的研究课题，构建多维度多指标的评价体系将是发展的一个方向。如何将技术价值、市场因素、社会因素等进行综合考虑，使识别出的技术机会紧跟产业技术发展的方向、企业自身发展的需要、国家科技发展方向和政策导向等将是一个值得关注的方向。未来，可以结合一些优化算法来发现指标最优的技术机会，加强对各种技术机会价值的实证分析，使得技术机会发识别和验证更注重实践性。

参考文献：

[1] 李保明. 技术机会与技术创新的决策[J]. 科学管理研究, 1990, 8(5): 61-62.
LI B M. Technological opportunity and technological innovation decision-making[J]. Scientific management research, 1990, 8(5): 61-62.

[2] KLEVORICK A K, LEVIN R C, NELSON R R, et al. On the sources and significance of interindustry differences in technological opportunities[J]. Research policy, 1995, 24(2): 185-205.

[3] 苏娜平, 谭宗颖. 技术机会分析方法研究综述与展望[J]. 情报理论与实践, 2020, 43(11): 179-186.
SU N P, TAN Z Y. Review and vision for the future of the research on technology opportunity analysis methods[J]. Information studies: Theory & application, 2020, 43(11): 179-186.

[4] 李阳, 许培扬. 国内外技术机会研究现状分析[J]. 情报探索, 2013(1): 7-11.
LI Y, XU P Y. Analysis on research status quo of technology opportunity at home and abroad[J]. Information research, 2013(1): 7-11.

[5] PORTER A L, DETAMPEL M J. Technology opportunities analysis[J]. Technological forecasting and social change, 1995, 49(3): 237-255.

[6] 任海英, 王倩. 技术机会发现方法的研究现状、趋势和问题[J]. 情报杂志, 2020, 39(4): 51-59.
REN H Y, WANG Q. Technology opportunity discovery methods: A state-of-the-art review[J]. Journal of intelligence, 2020, 39(4): 51-59.

DOI：10.13998/j.cnki.issn1002-1248.23-0409

[7] 王坤, 王京安, 陈天明, 等. 国内外技术机会研究的脉络、流派与趋势[J]. 南京工业大学学报(社会科学版), 2019, 18(2): 98-110, 112.

WANG K, WANG J A, CHEN T M, et al. History, schools and trend in technology opportunity at home and abroad[J]. Journal of Nanjing tech university (social science edition), 2019, 18(2): 98-110, 112.

[8] SCHWARTZ P. Technological innovation opportunities[J]. Computers and people, 1974, 23(5): 33-33.

[9] 李辉, 乔晓东. 基于科技文献的技术机会分析方法初探[J]. 情报杂志, 2007, 26(5): 74-76.

LI H, QIAO X D. The technology opportunity analysis based on science & technology document[J]. Journal of information, 2007, 26(5): 74-76.

[10] 翟东升, 刘鹤, 张杰, 等. 一种基于链路预测的技术机会挖掘方法[J]. 情报学报, 2016, 35(10): 1090-1100.

ZHAI D S, LIU H, ZHANG J, et al. Approach to mining technology opportunity based on link prediction[J]. Journal of the China society for scientific and technical information, 2016, 35(10): 1090-1100.

[11] YOON B, PARK I, YUN D, et al. Exploring promising vacant technology areas in a technology-oriented company based on bibliometric analysis and visualisation[J]. Technology analysis & strategic management, 2019, 31(4): 388-405.

[12] ZHOU Y, LIN H, LIU Y F, et al. A novel method to identify emerging technologies using a semi-supervised topic clustering model: A case of 3D printing industry[J]. Scientometrics, 2019, 120(1): 167-185.

[13] NOH H, SONG Y K, LEE S. Identifying emerging core technologies for the future: Case study of patents published by leading telecommunication organizations[J]. Telecommunications policy, 2016, 40(10/11): 956-970.

[14] 伊惠芳, 刘细文, 龙艺璇. 技术创新全视角下技术机会发现研究进展[J]. 图书情报工作, 2021, 65(7): 132-142.

YI H F, LIU X W, LONG Y X. A review of technology opportunity discovery from the full perspective of technology innovation[J]. Library and information service, 2021, 65(7): 132-142.

[15] 宋红燕. 基于专利技术要素的技术机会识别研究[D]. 北京: 中国农业科学院, 2021.

SONG H Y. Technology opportunity identification based on patent elements features [D]. Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences, 2021.

[16] LEE C Y, LEE G. Technology opportunity analysis based on recombinant search: Patent landscape analysis for idea generation[J]. Scientometrics, 2019, 121(2): 603-632.

[17] 张振刚, 罗泰晔. 基于知识组合理论的技术机会发现[J]. 科研管理, 2020, 41(8): 220-228.

ZHANG Z G, LUO T Y. Technology opportunity discovery based on knowledge combination theory [J]. Science research management, 2020, 41(8): 220-228.

[18] 石慧, 潘云涛, 苏成. 颠覆性技术及其识别预测方法研究综述[J]. 情报工程, 2019, 5(3): 33-48.

SHI H, PAN Y T, SU C. A review of research on disruptive technology and its recognition and prediction methods [J]. Technology intelligence engineering, 2019, 5(3): 33-48.

[19] COZZENS S, GATCHAIR S, KANG J, et al. Emerging technologies: Quantitative identification and measurement[J]. Technology analysis & strategic management, 2010, 22(3): 361-376.

[20] 罗建, 蔡丽君, 史敏. 新兴技术识别方法研究进展[J]. 科技情报研究, 2019, 1(1): 95-103.

LUO J, CAI L J, SHI M. Research review on the method of identification of emerging technology[J]. Scientific information research, 2019, 1(1): 95-103.

[21] 王康, 陈悦, 宋超, 等. 颠覆性技术: 概念辨析与特征分析[J]. 科学学研究, 2022, 40(11): 1937-1946.

WANG K, CHEN Y, SONG C, et al. Disruptive technology: Concept discrimination and characteristics analysis[J]. Studies in science of science, 2022, 40(11): 1937-1946.

[22] 周萌, 朱相丽. 新兴技术概念辨析及其识别方法研究进展[J]. 情报理论与实践, 2019, 42(10): 162-169.

ZHOU M, ZHU X L. Discrimination of the concept of emerging technologies and research progress on its identification methods[J]. Information studies: Theory & application, 2019, 42(10): 162-169.

[23] 徐建国, 李孟军, 游翰霖. 新兴技术识别研究进展[J]. 情报杂志, 2018, 37(12): 8-12, 7.

XU J G, LI M J, YOU H L. Literature review on the identification

of emerging technologies[J]. Journal of intelligence, 2018, 37(12): 8–12, 7.
[24] BURMAOGLU S, SARTENAER O, PORTER A, et al. Analysing the theoretical roots of technology emergence: An evolutionary perspective[J]. Scientometrics, 2019, 119(1): 97–118.
[25] CHO J, LEE J. Development of a new technology product evaluation model for assessing commercialization opportunities using Delphi method and fuzzy AHP approach[J]. Expert systems with applications, 2013, 40(13): 5314–5330.
[26] LEE S, KIM W, KIM Y M, et al. The prioritization and verification of IT emerging technologies using an analytic hierarchy process and cluster analysis [J]. Technological forecasting and social change, 2014, 87: 292–304.
[27] RAFORD N. Online foresight platforms: Evidence for their impact on scenario planning & strategic foresight[J]. Technological forecasting and social change, 2015, 97: 65–76.
[28] YOON B U, YOON C B, PARK Y T. On the development and application of a self-organizing feature map-based patent map [J]. R&D management, 2002, 32(4): 291–300.
[29] LEE S, YOON B, PARK Y. An approach to discovering new technology opportunities: Keyword-based patent map approach [J]. Technovation, 2009, 29(6/7): 481–497.
[30] 龚惠群, 刘琼泽, 黄超. 机器人产业技术机会发现研究——基于专利文本挖掘[J]. 科技进步与对策, 2014, 31(5): 70–74.
GONG H Q, LIU Q Z, HUANG C. The research on discover robotics industry technology opportunities based on patent text mining[J]. Science & technology progress and policy, 2014, 31 (5): 70–74.
[31] SON C, SUH Y, JEON J, et al. Development of a GTM-based patent map for identifying patent vacuums[J]. Expert systems with applications, 2012, 39(3): 2489–2500.
[32] 吴菲菲, 陈明, 黄鲁成. 基于 GTM 的 3D 生物打印专利技术空白点识别[J]. 情报杂志, 2015, 34(3): 58–64.
WU F F, CHEN M, HUANG L C. Identification of patent vacuums in 3D bioprinting based on GTM[J]. Journal of intelligence, 2015, 34(3): 58–64.
[33] 旷景明, 胡奕, 李蓓, 等. 基于生成式拓扑映射的专利空白挖掘技术[J]. 情报理论与实践, 2015, 38(12): 133–136, 142.
KUANG J M, HU Y, LI B, et al. Patent blank mining technology based on GTM[J]. Information studies: Theory & application, 2015, 38(12): 133–136, 142.
[34] 朱琳, 战洪飞, 余军合, 等. 基于专利数据的企业技术创新机会识别方法研究[J]. 生产力研究, 2019(7): 134–141.
ZHU L, ZHAN H F, YU J H, et al. Research on identification method of enterprise technological innovation opportunities based on patent data[J]. Productivity research, 2019(7): 134–141.
[35] YOON B, PARK I, COH B Y. Exploring technological opportunities by linking technology and products: Application of morphology analysis and text mining [J]. Technological forecasting and social change, 2014, 86: 287–303.
[36] YOON B C, PARK Y T. Morphology analysis approach for technology forecasting [C]// 2004 IEEE International Engineering Management Conference (IEEE Cat. No.04CH37574). Piscataway, New Jersey: IEEE, 2005: 566–570.
[37] YOON B, PARK Y. A systematic approach for identifying technology opportunities: Keyword-based morphology analysis[J]. Technological forecasting and social change, 2005, 72(2): 145–160.
[38] YOON B, PARK Y. Development of new technology forecasting algorithm: Hybrid approach for morphology analysis and conjoint analysis of patent information[J]. IEEE transactions on engineering management, 2007, 54(3): 588–599.
[39] 冷伏海, 王林, 王立学. 基于文本挖掘的形态分析方法的关键问题[J]. 图书情报工作, 2012, 56(4): 27–30.
LENG F H, WANG L, WANG L X. Key issues in morphology analysis based on text mining[J]. Library and information service, 2012, 56(4): 27–30.
[40] 王金凤, 吴敏, 岳俊举, 等. 创新过程的技术机会识别路径研究——基于专利挖掘和形态分析[J]. 情报理论与实践, 2017, 40(8): 82–86.
WANG J F, WU M, YUE J J, et al. Research on the path of technology opportunity identification in the innovation process[J]. Information studies: Theory & application, 2017, 40(8): 82–86.
[41] 郭俊芳, 汪雪锋, 李乾瑞, 等. 一种新型的技术形态识别方法——基于 SAO 语义挖掘方法[J]. 科学学研究, 2016, 34(1): 13–21.

DOI：10.13998/j.cnki.issn1002-1248.23-0409

GUO J F, WANG X F, LI Q R, et al. A new method to identify technology morphology: SAO-based semantic analysis approach[J]. Studies in science of science, 2016, 34(1): 13-21.

[42] WANG X F, MA P P, HUANG Y, et al. Combining SAO semantic analysis and morphology analysis to identify technology opportunities[J]. Scientometrics, 2017, 111(1): 3-24.

[43] 李乾瑞, 郭俊芳, 朱东华. 基于形态分析和模糊一致矩阵识别技术机会[J]. 科研管理, 2020, 41(7): 33-41.

LI Q R, GUO J F, ZHU D H. An analysis of technology opportunities based on morphology analysis and fuzzy consistent matrix identification method[J]. Science research management, 2020, 41(7): 33-41.

[44] 史璇. 基于科技文献的燃料电池汽车企业技术机会研究[D]. 太原: 山西大学, 2020.

SHI X. Research on technology opportunities of fuel cell vehicle firms based on scientific and technological text[D]. Taiyuan: Shanxi University, 2020.

[45] CHOI S W, YOU Y Y, NA K S. Forecasting promising technology using analysis of patent information: Focused on next generation mobile communications[J]. Journal of central south university, 2014, 21(11): 4303-4310.

[46] SHANE S. Technological opportunities and new firm creation[J]. Management science, 2001, 47(2): 205-220.

[47] SONG K, KIM K, LEE S. Identifying promising technologies using patents: A retrospective feature analysis and a prospective needs analysis on outlier patents[J]. Technological forecasting and social change, 2018, 128: 118-132.

[48] ROTOLO D, HICKS D, MARTIN B R. What is an emerging technology?[J]. Research policy, 2015, 44(10): 1827-1843.

[49] CARLEY S F, NEWMAN N C, PORTER A L, et al. An indicator of technical emergence[J]. Scientometrics, 2018, 115(1): 35-49.

[50] 关杏彬. 基于离群专利的技术机会分析研究[D]. 广州: 华南理工大学, 2018.

GUAN X B. Research on technology opportunity analysis method based on outlier patents[D]. Guangzhou: South China University of Technology, 2018.

[51] YOON J, KIM K. Detecting signals of new technological opportunities using semantic patent analysis and outlier detection[J]. Scientometrics, 2012, 90(2): 445-461.

[52] LEE C Y, KANG B, SHIN J. Novelty-focused patent mapping for technology opportunity analysis[J]. Technological forecasting and social change, 2015, 90: 355-365.

[53] 李登杰. 基于异常检测的专利技术机会识别[D]. 北京: 北京工业大学, 2016.

LI D J. The patent technology opportunity recognition based on the outlier detection[D]. Beijing: Beijing University of Technology, 2016.

[54] 翟东升, 郭程, 张杰, 等. 采用异常检测的技术机会识别方法研究[J]. 现代图书情报技术, 2016(10): 81-90.

ZHAI D S, GUO C, ZHANG J, et al. Identifying technology opportunities with anomaly detection technique[J]. New technology of library and information service, 2016(10): 81-90.

[55] 孔德婧, 董放, 陈子婧, 等. 离群专利视角下的新兴技术预测——基于 BERT 模型和深度神经网络[J]. 图书情报工作, 2021, 65(17): 131-141.

KONG D J, DONG F, CHEN Z J, et al. Prediction of emerging technologies from the perspective of outlier patents - Based on bert model and deep neural networks[J]. Library and information service, 2021, 65(17): 131-141.

[56] 李欣, 王静静, 杨梓, 等. 基于 SAO 结构语义分析的新兴技术识别研究[J]. 情报杂志, 2016, 35(3): 80-84.

LI X, WANG J J, YANG Z, et al. Identifying emerging technologies based on subject - action-object[J]. Journal of intelligence, 2016, 35(3): 80-84.

[57] 黄鲁成, 王静静, 李欣, 等. 基于论文和专利的钙钛矿太阳能电池的技术机会分析[J]. 情报学报, 2016, 35(7): 686-695.

HUANG L C, WANG J J, LI X, et al. Detecting technology opportunities based on papers and patents for perovskite solar cells[J]. Journal of the China society for scientific and technical information, 2016, 35(7): 686-695.

[58] 李乾瑞, 郭俊芳, 朱东华. 新兴技术创新机会识别方法研究[J]. 中国软科学, 2018(11): 138-147.

LI Q R, GUO J F, ZHU D H. Identification of technology innovation opportunity for emerging technology[J]. China soft science, 2018 (11): 138-147.

[59] MOEHRLE M G, WALTER L, GERITZ A, et al. Patent-based inventor profiles as a basis for human resource decisions in research and development[J]. R and D management, 2005, 35(5): 513-524.

[60] National Academy of Sciences, National Academy of Engineering, Institute of Medicine. Facilitating interdisciplinary research [M]. Washington, D.C.: National Academies Press, 2005.

[61] 黄鲁成, 蔡爽. 基于专利的判断技术机会的方法及实证研究[J]. 科学学研究, 2010, 28(2): 215-220.
HUANG L C, CAI S. An empirical study on the evaluation of the technical opportunity based on the patents[J]. Studies in science of science, 2010, 28(2): 215-220.

[62] 唐晗, 李睿. 基于 A 类专利引文分析的中国和印度创新合作机会发现[J]. 农业图书情报学报, 2021, 33(2): 35-43.
TANG H, LI R. Discovery of innovation cooperation opportunities between China and India based on the analysis of patent citations of category A[J]. Journal of library and information science in agriculture, 2021, 33(2): 35-43.

[63] GEUM Y. Technological convergence of IT and BT: Evidence from patent analysis[J]. ETRI journal, 2012, 34(3): 439-449.

[64] KIM E, CHO Y, KIM W. Dynamic patterns of technological convergence in printed electronics technologies: Patent citation network[J]. Scientometrics, 2014, 98(2): 975-998.

[65] PASSING F, MOEHRLE M G. Measuring technological convergence in the field of smart grids: A semantic patent analysis approach using textual corpora of technologies [C]// 2015 Portland International Conference on Management of Engineering and Technology (PICMET). Piscataway, New Jersey: IEEE, 2015: 559-570.

[66] GETOOR L, DIEHL C P. Link mining[J]. ACM SIGKDD explorations newsletter, 2005, 7(2): 3-12.

[67] PARK I, YOON B. Technological opportunity discovery for technological convergence based on the prediction of technology knowledge flow in a citation network[J]. Journal of informetrics, 2018, 12 (4): 1199-1222.

[68] LEE W S, HAN E J, SOHN S Y. Predicting the pattern of technology convergence using big-data technology on large-scale triadic patents[J]. Technological forecasting and social change, 2015, 100: 317-329.

[69] 任海英, 于立婷, 黄鲁成. 基于链接预测的科学研究机会发现方法研究[J]. 情报杂志, 2016, 35(10): 53-58, 36.
REN H Y, YU L T, HUANG L C. A method for discovering scientific research opportunities based on link prediction[J]. Journal of intelligence, 2016, 35(10): 53-58, 36.

[70] 任海英, 赵育慧, 于立婷. 基于知识网络的科学研究机会发现的机理和应用[J]. 情报理论与实践, 2018, 41(11): 89-95.
REN H Y, ZHAO Y H, YU L T. Mechanisms and applications of scientific research opportunities discovery based on knowledge network[J]. Information studies: Theory & application, 2018, 41 (11): 89-95.

[71] 李兰茜. 基于复杂网络结构的链路预测技术研究[D]. 北京: 北京邮电大学, 2019.
LI L Q. Link prediction based on the structure of complex networks[D]. Beijing: Beijing University of Posts and Telecommunications, 2019.

[72] 韩燕, 彭爱东. 基于技术形成三要素的技术机会识别研究——以医疗服务机器人领域技术为例[J]. 情报理论与实践, 2020, 43(5): 156-162.
HAN Y, PENG A D. Study on technology opportunity identification based on elements of technology formation: A case of the technology of medical service robot[J]. Information studies: Theory & application, 2020, 43(5): 156-162.

[73] 慎金花, 闫倩倩, 孙乔宣, 等. 基于专利数据挖掘的技术融合识别与技术机会预测研究——以电动汽车产业为例[J]. 图书馆杂志, 2019, 38(10): 95-106.
SHEN J H, YAN Q Q, SUN Q X, et al. Research on technology fusion recognition and technology opportunity prediction based on patent data mining[J]. Library journal, 2019, 38(10): 95-106.

[74] 娄岩, 杨培培, 黄鲁成, 等. 基于专利的技术融合测度方法——以信息技术与电动汽车技术的融合为例[J]. 现代情报, 2017, 37(8): 142-153.
LOU Y, YANG P P, HUANG L C, et al. Method of measuring technology convergence based on patent - Taking the convergence of information technology and electric vehicle technology as an example[J]. Journal of modern information, 2017, 37(8): 142-153.

[75] 翟东升, 张京先. 基于专利技术共现网络的无人驾驶汽车技术融合演化研究[J]. 情报杂志, 2020, 39(4): 60-66, 19.
ZHAI D S, ZHANG J X. Research on technology convergence evo-

DOI：10.13998/j.cnki.issn1002-1248.23-0409

lution of unmanned vehicle based on patent technology co-occurrence network[J]. Journal of intelligence, 2020, 39(4): 60-66, 19.

[76] 李树刚, 刘颖, 郑玲玲. 基于专利挖掘的感知人工智能技术融合趋势分析[J]. 科技进步与对策, 2019, 36(23): 28-35.
LI S G, LIU Y, ZHENG L L. Analysis of technology integration trend of perceptual artificial intelligence based on patent mining[J]. Science & technology progress and policy, 2019, 36(23): 28-35.

[77] 苗红, 赵润博, 黄鲁成, 等. 基于 LDA-SVM 分类算法的技术融合测度研究[J]. 科学学与科学技术管理, 2018, 39(10): 13-29.
MIAO H, ZHAO R B, HUANG L C, et al. Research on technology convergence measurement based on LDA-SVM classification algorithm[J]. Science of science and management of S& T, 2018, 39(10): 13-29.

[78] 李丫丫, 赵玉林. 基于专利的技术融合分析方法及其应用 [J]. 科学学研究, 2016, 34(2): 203-211.
LI Y Y, ZHAO Y L. Method and application of technological convergence analysis base on patents[J]. Studies in science of science, 2016, 34(2): 203-211.

[79] 吕璐成, 赵亚娟. 基于专利数据的技术融合研究综述[J]. 图书情报工作, 2021, 65(6): 138-148.
Lü L C, ZHAO Y J. Research review on technology convergence based on patent data[J]. Library and information service, 2021, 65 (6): 138-148.

[80] 黄鲁成, 黄斌, 吴菲菲, 等. 基于专利共类的信息与生物技术融合趋势分析[J]. 情报杂志, 2014, 33(8): 59-63.
HUANG L C, HUANG B, WU F F, et al. Analysis on the trend of convergence of IT and BT based on patent co-classification [J]. Journal of intelligence, 2014, 33(8): 59-63.

Review and Prospect of Research on Technology Opportunity Identification

LIU Ting[1,2], ZHAO Yajuan[1,2*]

(1. National Science Library, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190; 2. Department of Information Resources Management, School of Economics and Management, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100190)

Abstract: [Purpose/Significance] Identifying potential technological opportunities will help countries and enterprises seize scientific and technological opportunities, which is particularly important for innovation entities to enhance their core competitiveness and gain competitive advantages in scientific and technological innovation and application. A systematic review of existing research is provided on technology opportunity identification, discriminating current limitations and research prospects to provide theoretical support for further research and practice on technology opportunity identification. [Method/Process] This paper first clarifies the connotation and types of technology opportunities, and the research holds that technology opportunities can be divided into three types: emerging technology, blank technology and fusion technology. It then sorts out the research status of three different types of technology opportunity identification at home and abroad through literature review, and focuses on the summary of the characteristics of different types of technology opportunity identification. It includes the core ideas, main methods, representative literature, and each type of data sources, and evaluates the existing research results. Finally, the limitations of the current research, and the development direction of future are discussed. [Results/Conclusions] Diversified types of technology opportunity identification are found and rich research

methods are used in the literature, and a relatively standardized and systematic research paradigm has come into being. By analyzing each type of technology opportunity, some common elements can be found, including representative methods, method principles, data sources, knowledge representation units, technology opportunity definitions, technology opportunity evaluation, advantages and disadvantages, and other characteristics. The main limitations of the existing research are summarized as follows. First, the existing research is primarily carried out from a single perspective view, and a complete system of cross-domain technology identification and reference methods has not yet been formed. Second, in terms of data sources, most of the data sources of technology opportunity identification are papers or patent data, and there is a lack of research on the integration of multi-source data and study on multiple relationships. In terms of identification methods, the representative technology is primarily at a macro or micro level, and the semantic relationship between words is seldom considered. Finally, in terms of post-evaluation, there is a lack of a comprehensive and systematic evaluation system. The possible research work in the future may focus on the following aspects: cross-field and cross-topic technology opportunity identification to achieve cross convergence among more technology elements will become the development trend; more diversified and targeted data sources, research methods, and research content are expected; the analysis framework and process will be more standardized, and the post-evaluation system will be improved.

Keywords: technology opportunity identification; technology opportunity types; research methods; technological innovation; review